

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Application of

Applicant(s) : Matthias Ruff  
Serial No. : 10/737,196  
Filed : December 16, 2003  
Title : AMPLIFIER CIRCUIT WITH NEGATIVE FEEDBACK  
Docket : AVA 0001 PA/31557.2

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

**COMMUNICATION**

Please find enclosed the priority document German Patent No. 102 59 393.0 for the above-mentioned application.

Respectfully submitted,  
DINSMORE & SHOHL LLP

James E. Beyer, Reg. No. 39,564

One Dayton Centre  
One South Main St., Suite 500  
Dayton, OH 45402-2023  
Telephone: 937/223-2050  
Facsimile: 937/223-0724

JEB/kec  
Encl.



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 59 393.0

**Anmeldetag:** 19. Dezember 2002

**Anmelder/Inhaber:** Avantgarde Acoustic Lautsprechersysteme GmbH,  
Lautertal, Odenwald/DE

**Bezeichnung:** Verstärkerschaltung mit Gegenkopplung

**IPC:** H 03 F, H 04 R

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 17. Dezember 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

Agurks

Dr. Dieter Weber *Dipl.-Chem.*

Klaus Seiffert *Dipl.-Phys.*

Dr. Winfried Lieke *Dipl.-Phys.*

Dr. Roland Weber *Dipl.-Chem.*

Weber, Seiffert, Lieke · Patentanwälte · Postfach 6145 · 65051 Wiesbaden

Deutsches Patent- und Markenamt  
Zweibrückenstr. 12

80331 München

**Patentanwälte**  
*European Patent Attorneys*

Taunusstraße 5a  
65183 Wiesbaden  
Postfach 6145 · 65051 Wiesbaden  
Telefon 06 11 / 99 174-0  
Telefax 06 11 / 99 174-50  
E-Mail: mail@WSL-Patent.de

Datum: 17. Dezember 2002  
Kö/st/ri

Unsere Akte: #AVANTG 102-01-DE

Avantgarde Acoustic  
Lautsprechersysteme GmbH  
Nibelungenstraße 349  
64686 Lautertal-Reichenbach

5

---

### Verstärkerschaltung mit Gegenkopplung

---

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Verstärkerschaltung und speziell einen NF-Verstärker (Niederfrequenzverstärker) mit einer solchen Verstärkerschaltung.

10

Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung eine Verstärkerschaltung mit einem Signaleingangsanschluß, einem Leistungsverstärker, der ein über den Signaleingangsanschluß ein gekoppeltes Signal verstärkt, einer passiven Frequenzweiche, die das von dem Leistungsverstärker verstärkte Signal in zumindest zwei Wege aufteilt, und zumindest zwei elektroakustische Wandler oder zumindest zwei Ausgangsanschlüsse für elektroakustische Wandler, die jeweils mit einem von der Frequenzweiche zur Verfügung gestellten Weg verbunden sind.

15

Die Verstärkerschaltung dient somit der Verstärkung und der Übertragung eines elektrischen Signals. Dieses elektrische Signal wird dann den elektroakustischen Wandlern, z. B. Lautsprechern, zur Verfügung gestellt.

20

Postgiro: Frankfurt/M 6763-602  
Bank: Dresdner Bank AG, Wiesbaden  
Konto 27 680 700 (BLZ 510 800 60)

Um eine möglichst originalgetreue Wiedergabe des akustischen Signals zu erhalten, ist es notwendig, daß die elektroakustischen Wandler eine große Bandbreite mit geringen linearen Verzerrungen, geringe Ein- und Ausschwingzeiten für eine impulstreue Übertragung, günstige Abstrahleigenschaften, geringe nichtlineare Verzerrungen und einen großen Wirkungsgrad aufweisen.

In den meisten Fällen erfolgt die Schallabstrahlung des elektroakustischen Wandlers durch eine bewegte Membrane. Die Kraft, welche die Bewegung der Membrane ermöglicht, wird durch das entsprechende Wandler-System erzeugt. Zu den üblichen Wandler-Systemen gehören elektrodynamische, elektrostatische und piezoelektrische Wandler, wobei die beiden letzten im allgemeinen aufgrund des geringen Hubes ausschließlich für Hochtöner zum Einsatz kommen. Für die Abstrahlung von tiefen Frequenzen sind im allgemeinen relativ große Membranflächen und/oder ein großer Hub der Membran notwendig.

Prinzipiell ist es bei dem Bau von Lautsprecherboxen wünschenswert, daß der Lautsprecher insgesamt einen möglichst großen Frequenzbereich abdeckt. Dies kann beispielsweise durch Einsatz eines Breitbandlautsprechers erfolgen. Dies ist jedoch, wie bereits angedeutet wurde, im allgemeinen problematisch, da die Abstrahlung tiefer Frequenzen einen großen Hub erfordert bzw. als Alternative große Flächen für tiefe Frequenzen benötigt und andererseits die obere Grenzfrequenz durch die Größe der Membran begrenzt wird. Bei der gleichzeitigen Abstrahlung von hoch- und tieffrequenten Komponenten kann es zu Dopplerverzerrungen, d. h. zu Frequenzmodulation kommen.

Daher ist es mittlerweile üblich, den Übertragungsbereich auf mehrere Lautsprecher aufzuteilen. Dazu wird das elektrische Signal über eine Frequenzweiche in mindestens zwei – häufig drei – Wege aufgeteilt, die sich durch unterschiedliche Frequenzbereiche auszeichnen. Jedes Teilsignal bzw. jeder Weg ist dann mit einem eigenen Lautsprecher, der für die Abstrahlung der entsprechenden Frequenzen besonders angepaßt sein kann, verbunden. Die Verwendung von Mehrweglautsprechern erlaubt im allgemeinen die Übertragung eines größeren Frequenzumfangs, eine höhere Belastbarkeit bei geringerer Neigung zu Partialschwingungen, wobei weniger Intermodulationsverzerrungen und weniger Dopplerverzerrungen auftreten.

Grundsätzlich sind zwei unterschiedliche Ansteuerungsverfahren für die elektroakustischen Wandler bekannt. So gibt es zum einen die passive Ansteuerung, bei der das vom Vorverstärker kommende Signal in vollem Frequenzumfang von der Endstufe verstärkt und dann dem Lautsprecher zugeführt wird. Im Lautsprecher wird das verstärkte Signal mittels einer passiven Fre-

quenzweiche in die verschiedenen Frequenzbereiche, wie z. B. hoch und tief, aufgetrennt und den einzelnen elektroakustischen Wandler-Systemen zugeführt. Gegebenenfalls werden unterschiedliche Wirkungsgrade der einzelnen Wandler-Systeme mit Hilfe von Spannungsteilern ausgeglichen.

5

Zum anderen ist die aktive Ansteuerung bekannt, bei der das vom Vorverstärker kommende Signal zunächst mit Hilfe einer elektronischen Aktivweiche unverstärkt in die verschiedenen Frequenzbereiche aufgeteilt wird und dann jeweils einer separaten Verstärkerendstufe zugeführt wird. Mit Hilfe der aktiven Ansteuerung ist es möglich, lautsprecherspezifische Korrekturen, wie z. B. die Pegelanpassung der einzelnen Wandler-Systeme aufeinander, sowie entsprechende Filterkorrekturen im unverstärkten Signal vorzunehmen. Die verstärkten Signale werden bei diesem System im wesentlichen unverändert den einzelnen elektroakustischen Wandler-Systemen über möglichst kurze Leitungen zugeführt.

10

15 Bei den bekannten Systemen sind die Systeme mit aktiver Ansteuerung grundsätzlich den Systemen mit passiver Ansteuerung deutlich überlegen, da die passive Frequenzweiche im allgemeinen frequenzabhängige Charakteristiken aufweist. Die in der passiven Frequenzweiche verwendeten passiven Filter führen meist zu lautstärkeabhängigen Charakteristiken sowie zu hohen Verlustfaktoren. Darüber hinaus verschieben die einzelnen passiven Filter die Phase des zu übertragenden Signals, was zu Auslöschungen und somit zu Einbrüchen im Frequenzgang insbesondere im Übergangsbereich führen kann. Das Klangbild, das mit den bekannten Passivsystemen erzielt werden kann, wird daher audiophilen Ansprüchen nicht gerecht.

20

Diese Nachteile können durch eine entsprechend angepaßte aktive Ansteuerung überwunden werden. Der Nachteil der aktiven Ansteuerung liegt prinzipiell nur in den deutlich höheren Kosten, da mehrere Verstärker verwendet werden müssen.

Gegenüber diesem Stand der Technik ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Verstärkerschaltung zur Verfügung zu stellen, die mit nur einem Verstärker vor der passiven Frequenzweiche auskommt, möglichst keine weiteren aktiven Bauelemente enthält und die dennoch ein ausgewogenes Klangbild des Lautsprechers ermöglicht, das selbst höchsten Ansprüchen gerecht wird.

30

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Verstärkerschaltung gelöst, die einen Signaleingangsanschluß, einen Leistungsverstärker, der ein über den Signaleingangsanschluß eingekoppeltes Signal verstärkt, eine passive Frequenzweiche, die das von dem Leistungsverstär-

35

ker verstärkte Signal in zumindest zwei Wege aufteilt, und zumindest zwei elektroakustische Wandler oder zumindest zwei Ausgangsanschlüsse für elektroakustische Wandler, die jeweils mit einem von der Frequenzweiche zur Verfügung gestellten Weg verbunden sind, aufweist, wobei zwischen zumindest einem Ausgang der Frequenzweiche und dem Leistungsverstärker  
5 eine passive Gegenkopplung vorgesehen ist.

Unter einer passiven Gegenkopplung wird verstanden, daß zumindest ein Ausgangssignal der passiven Frequenzweiche zu dem Eingang des Leistungsverstärkers rückgekoppelt wird, wobei die Rückkopplungs- bzw. Gegenkopplungsstrecke keine aktiven Elemente enthält. Mit anderen  
10 Worten wird zumindest ein Teil des den Verstärker und die Frequenzweiche durchlaufenden bzw. verarbeitenden Signals auf den Eingang des Verstärkers zurückgekoppelt. Dabei kann das Signal entweder bei invertierenden Verstärkern einem nicht invertierenden Eingang zugeführt, oder bei nicht invertierenden Verstärkern einem invertierenden Eingang zugeführt werden. Der rückgekoppelte Spannungsanteil überlagert sich dann mit dem aktuellen Signal, so daß eine  
15 Vorverzerrung stattfindet und die Verzerrungen dann durch Kompensation reduziert werden.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist der Leistungsverstärker als Differenzverstärker mit zwei Eingängen ausgebildet und der Signaleingangsanschluß ist mit dem ersten Eingang verbunden und zumindest ein von der Frequenzweiche zur Verfügung gestellter Weg,  
20 vorzugsweise alle Wege, sind jeweils über einen Ohmschen Widerstand mit dem zweiten Eingang des Differenzverstärkers verbunden. Die Gegenkopplung erfolgt hier also über eine entsprechend ausgelegte Ohmsche Verbindung zwischen dem Ausgang der Frequenzweiche und dem Eingang des Differenzverstärkers.

Dabei ist es zweckmäßig, daß die Widerstandswerte, über die die von der Frequenzweiche zur Verfügung gestellten Werte mit dem zweiten Eingang des Differenzverstärkers verbunden sind, unterschiedlich sind. Es kann somit eine Anpassung des von der passiven Frequenzweiche zur Verfügung gestellten Signals an die unterschiedlichen Wirkungsgrade der einzelnen elektroaku-  
stischen Wandler erfolgen.

30 In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der zweite Eingang des Differenzverstärkers über einen Ohmschen Widerstand mit Masse verbunden. Dadurch ist eine Anpassung der Verstärkung des Leistungsverstärkers möglich.

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung werden deutlich anhand der folgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform sowie der dazugehörigen Figuren.

5 Es zeigen:

Figur 1 ein Blockschaltbild eines passiven Lautsprechers mit Endstufe aus dem Stand der Technik,

10 Figur 2 ein Blockschaltbild eines aktiven Lautsprechers mit Endstufe aus dem Stand der Technik,

Figur 3 ein Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen Verstärkers mit Gegenkopplung und

Figur 4 schematische Darstellungen der Übertragungsfunktion und des Verstärkungsfaktors der in Figur 3 gezeigten erfindungsgemäßen Verstärkerschaltung.

15

In Figur 1 ist schematisch ein passives Lautsprechersystem mit Endstufe als Blockschaltbild gezeigt. Dieses System weist einen Signaleingangsanschluß 2 auf, in den das Signal, das in ein akustisches Signal umgewandelt werden soll, eingekoppelt wird. Dieses Signal wird zunächst einem Leistungsverstärker (Endstufe) 1 zugeführt, von diesem verstärkt und dann auf eine passive Frequenzweiche 5 geleitet.

20

Die passive Frequenzweiche teilt den Eingangsbereich in einen hochfrequenten Zweig 10 und einen niederfrequenten Zweig 11 auf, die mit entsprechend angepaßten elektroakustischen Wandlern, wie z. B. einem Hochtöner 3 und einem Tieftöner 4, verbunden sind. Der Leistungsverstärker 1 ist hier als Differenzverstärker ausgebildet, wobei das Ausgangssignal über den Widerstand 6 an dem einen Eingang des Differenzverstärkers rückgekoppelt wird. Dieser Eingang ist zusätzlich über den Widerstand 7 mit der Masse 8 verbunden.

Die in der Figur 1 gezeigte Anordnung zeigt nicht vernachlässigbare Verluste durch die passiven Bauteile der Passivweiche 5. Darüber hinaus ist eine Anpassung der Pegel der einzelnen Wege nur mit passiven Widerstandsnetzwerken möglich. Diese Widerstandsnetzwerke wandeln Endstufenleistung teilweise in Wärme um. Dadurch besitzt der Wandler einen schlechteren Wirkungsgrad und darüber hinaus hat der Verstärker durch den Ohmschen Anteil des Widerstandsnetzwerkes der Passivweiche eine geringere Kontrolle auf den Lautsprecher, das über das Maß Dämpfungsfaktor ausgedrückt wird. Der Dämpfungsfaktor beschreibt die Fähigkeit des Verstärkers, die Membran des Lautsprechers zu steuern. Der Verstärker wird nicht nur dafür

30

35

gebraucht, den Lautsprecher anzutreiben, indem ein Stromsignal in Hubbewegung der Membran umgewandelt wird, sondern er muß zusätzlich auch dafür sorgen, daß gegebenenfalls Ausschwingbewegungen der Membran bei ausbleibendem Strom abgebremst werden. Diese Eigenschaft ist insbesondere bei dem Tieftöner 4 notwendig, da dort der Hub der Membran naturgemäß am größten ist.

In Figur 2 ist ein Blockschaltbild eines aktiven Lautsprechers mit Endstufe aus dem Stand der Technik gezeigt.

10 Hier ist der Signaleingangsanschluß 2 direkt mit einer aktiven Frequenzweiche 9 verbunden, die das Eingangssignal in ein hochfrequentes Signal 10 und ein tieffrequentes Signal 11 aufteilt. Erst nach der Frequenzweiche werden die beiden Wege 10, 11 mit Hilfe der beiden Leistungs-  
verstärker 1 verstärkt und dann direkt zu den entsprechenden Lautsprechern 3, 4 weitergeleitet. Die einzelnen Leistungsverstärker 1 sind jeweils über einen Widerstand 6 rückgekoppelt, wobei  
15 bei der gezeigten Ausführungsform die beiden Leistungsverstärker als Differenzverstärker ausgebildet sind und der eine Anschluß des Differenzverstärkers 1 über den Widerstand 7 mit der Masse 8 verbunden ist. Durch entsprechende Dimensionierung der Widerstände 6 und 7 kann mit der in Figur 2 gezeigten Anordnung der Pegel der einzelnen Wege nahezu verlustfrei ange-  
paßt werden. Sollten daher die beiden Lautsprecher 3 und 4 einen unterschiedlichen Wirkungs-  
20 grad haben, wie dies in der Praxis häufig der Fall ist, können die Lautstärken der beiden Lautsprecher 3, 4 durch Dimensionierung der Widerstände 6 und 7 aufeinander angepaßt werden. Durch Verwendung der aktiven Frequenzweiche 9 entstehen praktisch keine Einfügungsverluste aufgrund passiver Teile. Darüber hinaus wird an den Schwingspulen des elektroakustischen Wandler 3, 4 ein maximaler Dämpfungsfaktor erzielt, da der Ausgang der Leistungsverstärker 1 direkt ohne Widerstände mit den Schwingungspulen der elektroakustischen Wandler verbunden ist.

Die in Figur 2 gezeigte Anordnung ist somit der in Figur 1 gezeigten Anordnung überlegen. Sie hat jedoch den Nachteil, daß mehrere Leistungsverstärker und aktive Bauelemente verwendet  
30 werden müssen, was die Kosten und die Komplexität dieses Aufbaus erhöht.

In Figur 3 ist eine besonders bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt. Hier wird, ähnlich der in Figur 1 gezeigten Ausführungsform, das Eingangssignal über den Signaleingangsanschluß 2 auf einen ersten Anschluß 12 eines Differenzverstärkers 1 gegeben.  
35 Dieser verstärkt das Signal und stellt es einer passiven Frequenzweiche 5 zur Verfügung, die wiederum das Eingangssignal mit Hilfe von entsprechenden passiven Filterelementen in ein



hochfrequentes Signal 10 und ein niederfrequentes Signal 11 aufteilt. Die entsprechenden Wege 10, 11 sind mit einem Hochtöner 3 und einem Tieftöner 4 verbunden. Erfindungsgemäß wird nun das Ausgangssignal der passiven Frequenzweiche 5 über entsprechende Widerstände R1 und R2 auf den zweiten Eingang 13 des Differenzverstärkers 1 rückgekoppelt. Der zweite Eingang 13 des Differenzverstärkers ist überdies über den Widerstand R3 mit Masse verbunden. Die Widerstände R1 und R2 können derart dimensioniert werden, daß die an den Lautsprechern 3, 4 anliegenden Pegel an den Wirkungsgrad der Lautsprecher angepaßt sind.

Genauer gesagt kann mit Hilfe der Widerstandswerte R1 und R2 die Verstärkung (Gain) des Leistungsverstärkers 1 eingestellt werden. Insbesondere bestimmt der Widerstandswert R1 die Verstärkung des Leistungsverstärkers im Bereich des Hochtöners und R2 im Bereich des Tieftöners.

Mathematisch ausgedrückt beträgt die Verstärkung im Hochtonbereich bei vernachlässigtem Einfluß von R2, der sehr gering ist, bei  $R3 \ll R2$ :

$$\text{Gain} = (R3 + R1) / R3$$

und im Tieftonbereich bei vernachlässigtem Einfluß von R1, der sehr gering ist, bei  $R3 \ll R1$ :

$$\text{Gain} = (R3 + R2) / R3.$$

Zur Verdeutlichung ist in Figur 4 ein Beispiel für das Regelverhalten des erfindungsgemäßen NF-Verstärkers mit Gegenkopplung nach der Passivweiche dargestellt.

Der oberste Graph von Figur 4 zeigt die Übertragungsfunktion einer passiven Frequenzweiche. Die Abszisse zeigt die Frequenz und die Ordinate die Übertragungsstärke. Die passive Frequenzweiche 5 besteht hier aus einem Hoch- und einem Tiefpaß. Deutlich zu erkennen ist die Tiefpaßübertragungsfunktion 14 sowie die Hochpaßübertragungsfunktion 15. Hoch- und Tiefpaß sind hier nicht angepaßt, d. h. die Eckfrequenzen liegen zu weit auseinander.

In dem mittleren Graph von Figur 4 ist der Übertragungsverlauf der passiven Frequenzweiche gezeigt. Auch hier ist an der Abszisse die Frequenz und an der Ordinate die Übertragungsstärke aufgetragen. Deutlich zu erkennen ist, daß in einem mittleren Frequenzbereich die Übertragungsfunktion einen Einbruch 16 hat, was bedeutet, daß bei diesen mittleren Frequenzen nur eine abgeschwächte Übertragung erfolgt. Bei der in Figur 1 gezeigten Ausführungsform be-

stünde keine Möglichkeit, diese Übertragungsfunktion zu korrigieren. Im Ergebnis wäre daher das Klangbild unausgewogen.

Verwendet man hingegen eine Passivweiche 5 mit der Übertragungsfunktion, die in dem mittleren Graph von Figur 4 gezeigt ist, in der in Figur 3 gezeigten erfindungsgemäßen Anordnung, so führt dies dazu, daß für mittlere Frequenzen über die Widerstände R1 und R2 ein geringeres Rückkopplungssignal an dem zweiten Eingang 13 des Differenzverstärkers 1 zur Verfügung gestellt wird, was wiederum zur Folge hat, daß bei mittleren Frequenzen der Verstärkungsfaktor des Differenzverstärkers 1 ansteigt. Dies wird durch den unteren Graph in Figur 4 gezeigt, bei dem an der Abszisse erneut die Frequenz aufgetragen ist und an der Ordinate der Verstärkungsfaktor der Endstufe 1.

Deutlich zu erkennen ist, daß der Verstärkungsfaktor bei mittleren Frequenzen ansteigt, wie durch den Peak 17 auf dem Verstärkungsfaktor zu erkennen ist. Mit anderen Worten wird daher der Verstärkungsfaktor des Differenzverstärkers 1 durch die erfindungsgemäße Gegenkopplungsschaltung ohne irgendwelche aktiven Elemente derart verändert, daß entsprechende Toleranzen und Fehlanpassungen der passiven Bauelemente in der Passivweiche 5 automatisch, d. h. ohne daß zusätzliche aktive Bauelemente erforderlich sind, ausgeglichen werden. Bei der erfindungsgemäßen Verstärkerschaltung ist wie bei den bekannten passiven Systemen nur eine einzige Endstufe bzw. ein einziger Leistungsverstärker 1 erforderlich. Darüber hinaus ist der Einsatz einer Passivweiche 5 anstelle einer Aktivweiche 9 weniger aufwendig und vor allem kostengünstiger. Mögliche Toleranzen und Verluste der Bauteile der passiven Weiche können durch die erfindungsgemäße Verstärkerschaltung leicht – und vor allem ohne aufwendige Steuerlogik – ausgeglichen werden. Darüber hinaus kann durch Verwendung von entsprechenden passiven Bauteilen im Gegenkopplungsweig sowohl Pegel als auch Phase des Signals an den entsprechenden elektro-akustischen Wandler angepaßt werden.

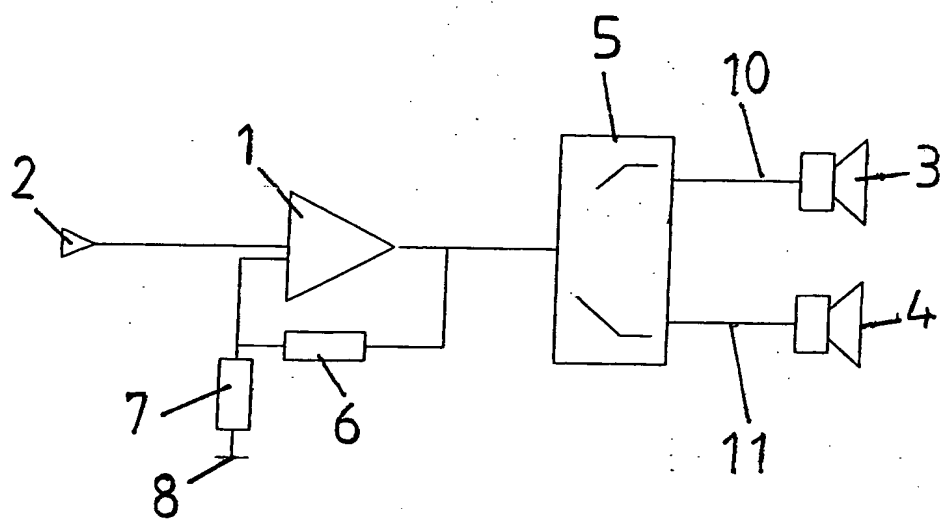
Weiterhin vergleicht die erfindungsgemäße Schaltung nicht nur die Summe des Ausgangsspe-  
gels der einzelnen Wege mit dem Eingangssignal, sondern auch die Summe der Phase dieser  
Wege mit dem Eingangssignal und regelt beide Fehler aus.

**Bezugszeichenliste:**

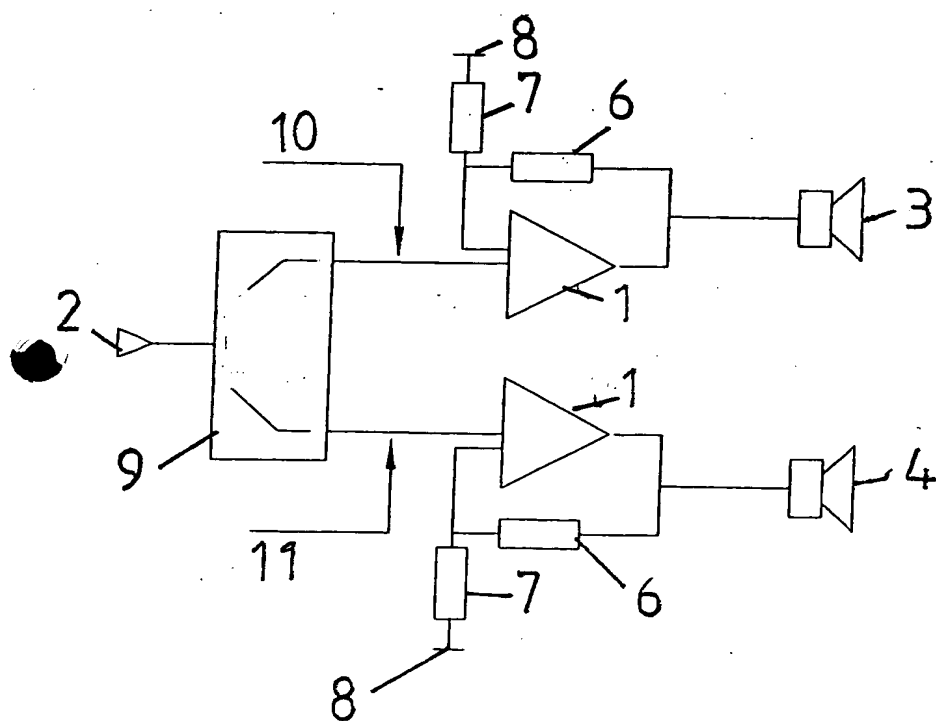
	1	Leistungsverstärker
	2	Signaleingangsanschluß
5	3	Hochtöner
	4	Tieftöner
	5	passive Frequenzweiche
	6	Widerstand
	7	Widerstand
10	8	Masse
	9	aktive Frequenzweiche
	10	hochfrequenten Signal
	11	tieffrequenten Signal
	12	erster Anschluß
15	13	zweiter Eingang
	14	Tiefpaßübertragungsfunktion
	15	Hochpaßübertragungsfunktion
	16	Einbruch
	17	Peak
20		

## Patentansprüche

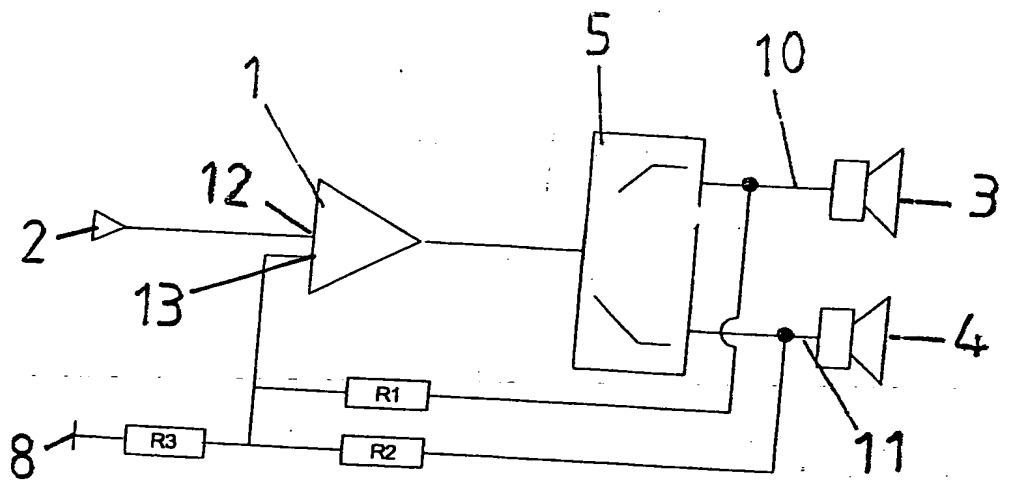
1. Verstärkerschaltung mit einem Signaleingangsanschluß (2), einem Leistungsverstärker (1), der ein über den Signaleingangsanschluß (2) eingekoppeltes Signal verstärkt, einer passiven Frequenzweiche (5), die das von dem Leistungsverstärker (1) verstärkte Signal in zumindest zwei Wege (10, 11) aufteilt, und zumindest zwei elektroakustische Wandler (3, 4) oder zumindest zwei Ausgangsanschlüsse für elektroakustische Wandler (3, 4), die jeweils mit einem von der Frequenzweiche 5 zur Verfügung gestellten Weg (10, 11) verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwischen zumindest einem Ausgang der Frequenzweiche (5) und dem Eingang des Leistungsverstärkers (1) eine passive Gegenkopplung vorgesehen ist.
2. Verstärkerschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Leistungsverstärker (1) als Differenzverstärker ausgebildet ist und der Signaleingangsanschluß (2) mit dem ersten Eingang (12) des Differenzverstärkers (1) und zumindest ein von der Frequenzweiche (5) zur Verfügung gestellter Weg (10, 11), vorzugsweise alle Wege, jeweils über einen Ohmschen Widerstand (R1, R2) mit dem zweiten Eingang (13) des Differenzverstärkers (1) verbunden sind.
3. Verstärkerschaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Widerstandswerte (R1, R2) über die die von der Frequenzweiche (5) zur Verfügung gestellten Wege (10, 11) mit dem zweiten Eingang (13) des Differenzverstärkers (1) verbunden sind, unterschiedlich sind.
4. Verstärkerschaltung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Eingang (13) des Differenzverstärkers (1) über einen Ohmschen Widerstand (R3) mit Masse (8) verbunden ist.
5. Lautsprecherbox mit mindestens zwei elektroakustischen Wandlern (3, 4) und einer Verstärkerschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 4.



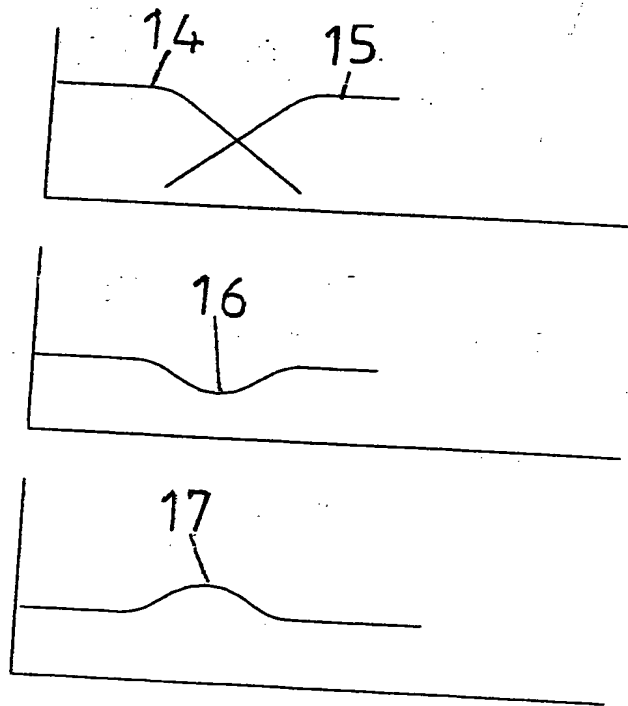
**Fig. 1**



**Fig. 2**



**Fig. 3**



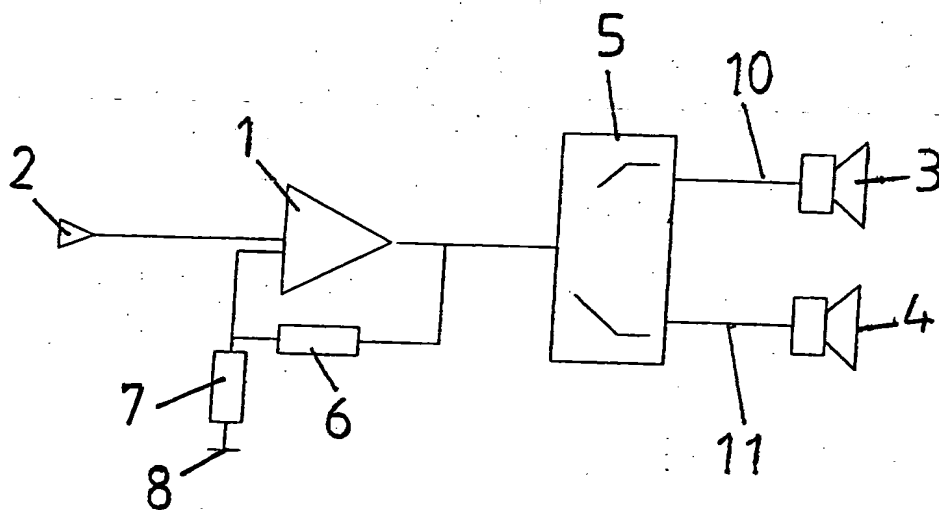
**Fig. 4**

## Zusammenfassung

### **Verstärkerschaltung mit Gegenkopplung**

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Verstärkerschaltung mit einem Signaleingangsanschluß (2), einem Leistungsverstärker (1), der ein über den Signaleingangsanschluß (2) eingekoppeltes Signal verstärkt, einer passiven Frequenzweiche (5), die das von dem Leistungsverstärker (1) verstärkte Signal in zumindest zwei Wege (10, 11) aufteilt, und zumindest zwei elektroakustische Wandler (3, 4) oder zumindest zwei Ausgangsanschlüsse für elektroakustische Wandler
- 10 (3, 4), die jeweils mit einem von der Frequenzweiche 5 zur Verfügung gestellten Weg (10, 11) verbunden sind. Um eine Verstärkerschaltung zur Verfügung zu stellen, die mit nur einem Verstärker vor der passiven Frequenzweiche auskommt, möglichst keine weiteren aktiven Bauelemente enthält und die dennoch ein ausgewogenes Klangbild des Lautsprechers ermöglicht, das selbst höchsten Ansprüchen gerecht wird, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß zwischen
- 15 zumindest einem Ausgang der Frequenzweiche (5) und dem Eingang des Leistungsverstärkers (1) eine passive Gegenkopplung vorgesehen ist.

(Figur 1)



**Fig. 1**